

# **DESARROLLO DE UNA APP PARA LA ASISTENCIA INTEGRAL, USO Y MEJORA DE RUTAS CICLISTAS**

## **DEVELOPMENT OF AN APP FOR COMPREHENSIVE ASSISTANCE, USE AND IMPROVEMENT OF CYCLING ROUTES**

**Anaid Yunnuen Ballesteros Aguayo**

Tecnológico Nacional de México en Celaya, México  
*17030491@itcelaya.edu.mx*

**Carlos Gerardo González Rosas**

Tecnológico Nacional de México en Celaya, México  
*17030607@itcelaya.edu.mx*

**María Fernanda Figueroa Nolasco**

Tecnológico Nacional de México en Celaya, México  
*17030728@itcelaya.edu.mx*

**Julio Armando Asato España**

Tecnológico Nacional de México en Celaya, México  
*julio.asato@itcelaya.edu.mx*

**Teresita Carmen Patiño Vera**

Tecnológico Nacional de México en Celaya, México  
*teresita.patino@itcelaya.edu.mx*

**Recepción:** 30/octubre/2019

**Aceptación:** 29/noviembre/2019

### **Resumen**

El objetivo del desarrollo de la aplicación es fomentar la cultura ciclista urbana, con la que se pretende que los usuarios aprendan sobre sus derechos y obligaciones dentro de la ciudad, por medio de notificaciones e instrumentos para promover su seguridad, e incentivar a nuevos usuarios a usar la bicicleta como medio de transporte mediante un sistema de recompensas, así como la creación de mapas de mapas, obtenidos mediante la recopilación y análisis de los recorridos de los usuarios, en el que se mostrarán las rutas más transitadas de los mismos, con la finalidad de que estos datos sean utilizados para el mejoramiento y ampliación de la infraestructura ciclista de la ciudad. El método prototipo fue empleado para el desarrollo de la aplicación, en la que se creó un prototipo base y con este obtener

una retroalimentación, para así ajustarlo a las necesidades finales e identificar los errores que podrían suscitarse a futuro.

**Palabra(s) Clave:** Infraestructura ciclista, mapa de calor, moneda virtual, transporte ecológico.

## **Abstract**

*The app's main objective is to promote urban cycling culture, with this, we pretend that all users learn about their rights and obligations in the city, through tips and items to promoter their security, and to encourage new users to use the bicycle as a conveyance through a rewards system, as well as the creation of heath maps, heath maps are obtained by collecting and analyzing user routes, heath maps will show the busiest routes, in order that these data will be used for the improvement and expansion of city's cycling infrastructure. For the app's development, was used the prototype method, in which a base prototype was created to obtain feedback of the development, to adjust it to the final needs and identify possible future errors.*

**Keywords:** cycling infrastructure, ecological transport, heath map, virtual coin.

## **1. Introducción**

La situación actual de la calidad del aire ha ido empeorando con el paso del tiempo, se pudieron identificar dos grandes problemas en la ciudad, que afectan la calidad de vida de los habitantes:

- Altos niveles de contaminación en el aire.
- Aumento de la cantidad de automóviles que circulan y que las personas sólo recurren a un tipo de medio de transporte. Los automóviles son el principal medio de transporte de los ciudadanos, así como la primera fuente de emisiones de contaminantes hacia el medio ambiente debido a la combustión de gases.

De aquí surge el proyecto BAIQ (*Better Air Index Quality*), que consiste en una aplicación que tiene como objetivo disminuir la emisión de gases de efecto invernadero, pero al mismo tiempo promueve el uso de un transporte sostenible

(bicicleta), activación física y el mejoramiento de la cultura vial ciclista. Por ello la promoción de la bicicleta como medio de transporte es primordial para combatir retos ambientales, económicos y de salud. *“En Holanda, es el vehículo más utilizado, se estima que el 85% de la población total la usa y es el país con más bicicletas en el mundo”* [Ferrer, 2019].

Uno de los motivos por los cuales la gente no recurre al uso de la bicicleta es por el riesgo que corren, al no contar con la infraestructura adecuada; ya que con frecuencia se crean ciclovías que no tienen estudios a profundidad, de forma que en la práctica suelen estar muy subutilizadas, por lo que también se requiere de un instrumento para que las autoridades designen los recursos para el mejoramiento e implementación de la infraestructura ciclista en lugares donde realmente se necesita.

### **Contaminación del aire**

Las pequeñas partículas de materia particulada (*Particulate Matter* o PM) son aquellos fragmentos sólidos o líquidos, compuestos de polvo, cenizas, hollín, metales, cemento, polen u otras materias orgánicas, dispersas en la atmósfera, cuyo diámetro varía entre 2.5 y 10  $\mu m$ . El 92% de la población mundial respira aire contaminado por PM, lo que disminuye la calidad de vida de las personas, ya que incrementa el riesgo de enfermedades respiratorias, cardiovasculares y cáncer, además de afectar el correcto desarrollo físico e intelectual de los niños, así como la materia gris en los adultos. El contaminante cuya afección tiene un mayor efecto en la salud humana son las PM<sub>2.5</sub>, siendo su principal fuente de emisión el tráfico rodado [AQLI, 2019]. Las pautas de calidad del aire de la OMS recomiendan una exposición máxima de 20  $\mu g/m^3$  para PM<sub>10</sub> y una exposición máxima de 10  $\mu g/m^3$  para PM<sub>2.5</sub> [PAHO, 2017]. La contaminación del aire por PM en áreas urbanas se origina predominantemente por el resultado del uso de combustibles fósiles, es reconocida como la forma más mortal de contaminación del aire a nivel mundial. En la tabla 1 se muestra la proporción de PM registradas en el aire en la ciudad de Celaya, la cual es muy superior a la recomendada por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Tabla 1 Límites de contaminantes y promedios anuales en Celaya, Guanajuato.

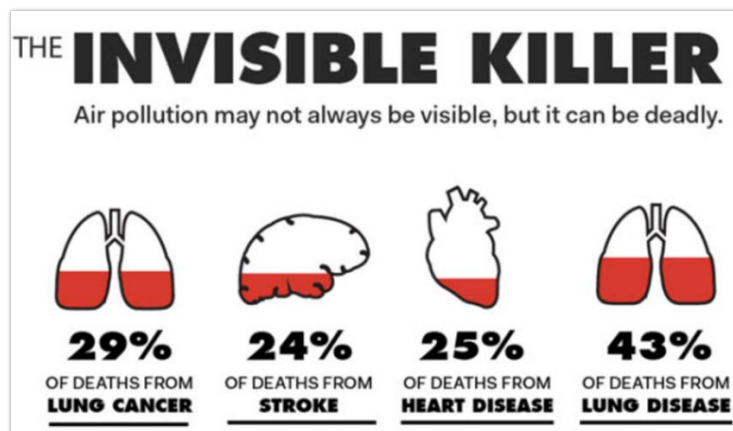
PM	Exposición máxima recomendada por la OMS	Promedio anual en Celaya 2017	Promedio anual en Celaya 2018
2.5	10 $\mu\text{g} / \text{m}^3$	22.05482368 $\mu\text{g} / \text{m}^3$	19.16373371 $\mu\text{g} / \text{m}^3$
10	20 $\mu\text{g} / \text{m}^3$	84.72770971 $\mu\text{g} / \text{m}^3$	71.69201621 $\mu\text{g} / \text{m}^3$

Fuente: SMAOT, 2018.

Cuando el aire está contaminado con PM, estas partículas ingresan al sistema respiratorio junto con el oxígeno que el cuerpo necesita. Cuando se respira PM en la nariz o la boca, el destino de cada partícula depende de su tamaño: cuanto más finas sean las partículas, más penetrarán en el cuerpo.

Las partículas PM10 viajan por el tracto respiratorio y hacia los pulmones, donde los elementos metálicos en la superficie de las partículas oxidan las células pulmonares, dañando su ADN y aumentando el riesgo de cáncer.

Las interacciones de las partículas con las células pulmonares también pueden provocar inflamación, irritación y flujo de aire bloqueado, lo que aumenta el riesgo o agrava las enfermedades pulmonares que dificultan la respiración, como el trastorno pulmonar obstructivo crónico, la enfermedad pulmonar quística y la bronquiectasia, como se aprecia en las estadísticas de la figura 1.



Fuente: [OMS, 2017].

Figura 1 Muertes relacionadas con la contaminación del aire.

Las PM2.5 Además de contribuir al riesgo de enfermedad pulmonar, las partículas PM2.5 pasan aún más profundamente en los alvéolos de los pulmones. Esto puede bloquear el flujo de sangre al corazón y al cerebro y, con el tiempo, provocar un

derrame cerebral o un ataque cardíaco. La contaminación por partículas está asociada con una función cognitiva más baja [AQLI, 2019].

Ante estas problemáticas cabe señalar que la tecnología ha tomado un papel indispensable para la vida cotidiana de las personas; que, con una visión de cambio, se ha llevado a la creación e innovación de proyectos que ayuden a proteger el medio ambiente y mejorar sus condiciones de movilidad y salud, que en conjunto con otras acciones pueden traer resultados positivos.

El proyecto BAIQ es una iniciativa que mediante el desarrollo de una aplicación gratuita para dispositivos móviles, permita por un lado a los usuarios obtener noticias, consejos y promociones sobre productos o servicios vinculados a la actividad ciclista, el incentivo para el uso de la aplicación se apoya en los “Baiqs”: que sería un tipo de moneda virtual de la aplicación, con la que los usuarios de la misma puedan obtener beneficios en los establecimientos patrocinadores, los cuales serán aliados estratégicos que mediante aportaciones por publicidad darán sustentabilidad al proyecto. La obtención de estos “Baiqs” será mediante retos físicos con el uso de bicicleta, así como retos intelectuales con los diferentes instrumentos implementados en la aplicación. Por otra parte, un producto de la operación serán los registros de los trayectos ciclistas, por ello un objetivo de BAIQ, es poder recaudar datos de las rutas más transitadas por los ciclistas, para generar mapas de calor de sus recorridos, lo cual sería un apoyo para conocer datos sobre el comportamiento del usuario, más específicamente, sus recorridos y de esta manera las autoridades tengan una imagen más clara de las rutas ciclistas y desarrollen la infraestructura ciclista con mayor fundamento.

El proyecto BAIQ, necesita de la colaboración de una cierta cantidad de personas para formar una masa crítica que sustente su operación, se estima empezar con aquellos ciclistas urbanos e ir en aumento hasta que se tenga un gran número de usuarios, por ello el plan de implementación considera que sea una aplicación a costo cero para el usuario, buscando alianzas estratégicas con organizaciones ciclistas, gobiernos locales, empresas de productos vinculados al ciclismo y deporte, así como organizaciones de interés como medios de comunicación, asociaciones civiles o bien instancias internacionales.

## 2. Métodos

La metodología que se usó durante el proceso de desarrollo fue “la metodología del prototipo”, ya que según un análisis que se realizó, esta sería la más adecuada para el desarrollo del proyecto. Con esta metodología, se pudo tener una interacción continua con el proceso de desarrollo del proyecto, y la manera en que este iba funcionando; este modelo facilita la definición y atención de los requisitos, mediante un diseño rápido centrado en la representación de los aspectos del software que serán visibles por el usuario mediante la construcción de una serie de prototipos [Moreno, 2013].



Fuente: [Moreno, 2013, p. 11]

Figura 2 Ciclo de operación del modelo de prototipos.

Para la parte operativa este modelo de desarrollo, en un principio se realizó una planeación siguiendo el “Ciclo de Deming”. Primero, para efectuar la planeación, se llevó a cabo una investigación recopilando datos y estadísticas ciclistas, así como datos sobre la calidad del aire en la zona; con esto, se pudo establecer el objetivo principal: obtener mapas de calor, para así poder mejorar la infraestructura ciclista en la ciudad, lo que motivaría a las personas a utilizar la bicicleta como medio de transporte e indirectamente mejorar la calidad del aire; en la planeación, también se analizó la forma en la que funcionaría la aplicación y así se consiguió dividir el proyecto en partes de mayor a menor jerarquía, teniendo tres partes principales: *login* y registro de usuarios, perfil de usuario (para usuarios nuevos), interfaz principal (esta comprende todo lo que tiene que ver con los datos del usuario y el

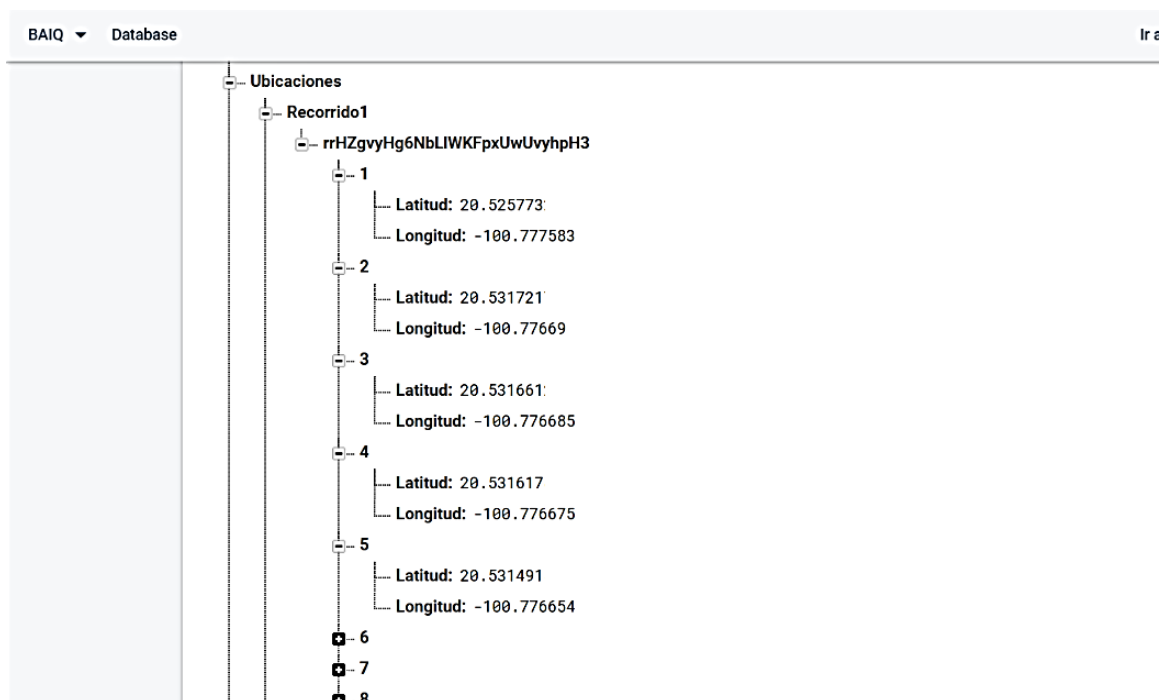
apartado de mapas y recorrido), con esto se pudieron priorizar ciertas partes del proyecto, para agilizar el proceso de desarrollo.

Siguiendo la planeación establecida en un principio, se logró pasar al proceso de desarrollo, en el que se siguió la metodología principal “modelo de prototipos”, habiendo priorizado con anterioridad las funciones principales, se creó un prototipo inicial que contenía la función de mayor jerarquía sobre la que se trabajaría en un futuro, agregando las demás funciones hasta obtener el producto final, realizando pruebas y analizando continuamente el desempeño de la aplicación.

El desempeño de la aplicación se analizaría en base al feedback de los usuarios pertenecientes a los ciclistas urbanos (nuestra variable de estudio principal); así como otras herramientas estadísticas que otorgan otros servicios. Las versiones del prototipo se manejaron conforme a su estabilidad y funciones que se iban agregando, teniendo tres versiones principales: pre-Alpha, Alpha y Beta; estas se elegían según el criterio de los desarrolladores. Los mapas de calor serían obtenidos guardando las rutas de los usuarios en una base de datos, para así poder obtener las rutas más transitadas, y de esta manera determinar la realidad de uso de este medio de transporte.

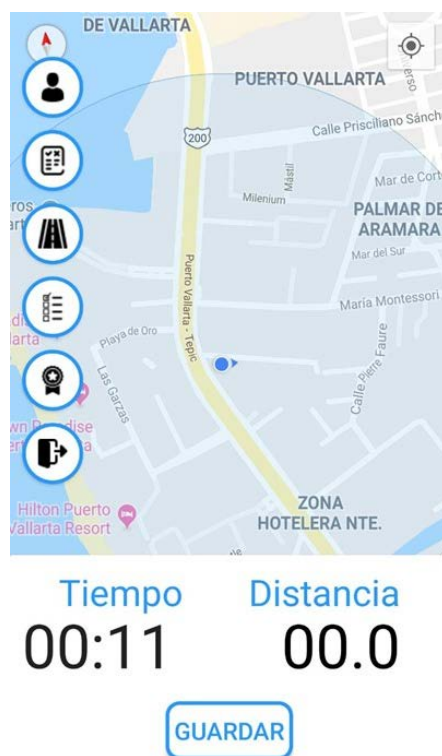
### **3. Resultados**

Se llegó hasta la versión de prototipo beta, en donde fue posible la obtención de las coordenadas geográficas de los trayectos de los usuarios, que fueron almacenadas en una base de datos para la posterior creación de un mapa de calor de ciclistas urbanos dentro de la ciudad. En la figura 3 se presenta una visión del registro de coordenadas. Los ciclistas, al usar la aplicación en sus traslados diarios generan registros en tiempo real, como el que se presenta en la figura 4, de manera que puedan canjear sus kilómetros recorridos y Baiqs por recompensas, lo cual es una estrategia para la factibilidad operativa de la aplicación, ya que de esa manera resulta atractiva para los usuarios y sustentable económicamente, los patrocinadores publicitan sus negocios y los usuarios se pueden ver económicamente beneficiados con las promociones que estos ofrezcan. La captura de pantalla de esta funcionalidad se presenta en la figura 5.



Fuente: Elaboración propia.

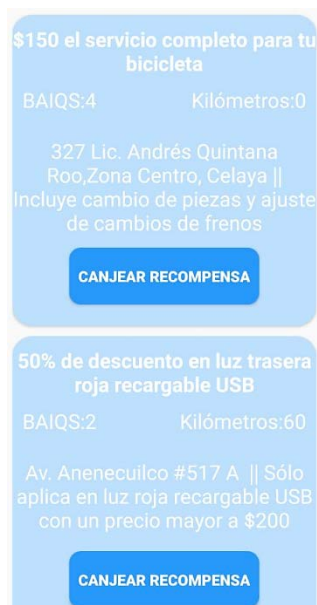
Figura 3 Almacenamiento de las coordenadas de los recorridos.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4 Captura de pantalla de un usuario en movimiento.





Fuente: Elaboración propia.

Figura 5 Recompensas en BAIQ.

Los Baiqs se obtenían respondiendo cuestionarios sobre los derechos y obligaciones que tienen los ciclistas urbanos, con la finalidad de fomentar la cultura vial y reducir el riesgo de accidentes de los usuarios, como el mostrado en figura 6.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6 Captura de pantalla del cuestionario.

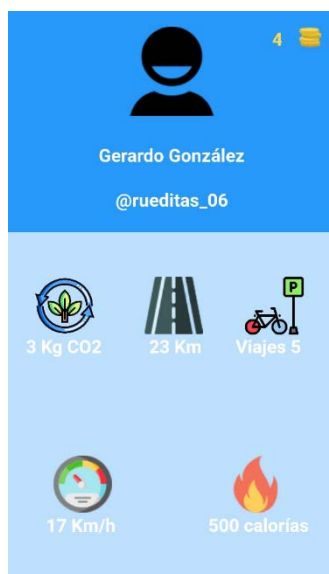
Se cuenta con un apartado llamado sugerencias (figura 7), en el que aparecían las reglas básicas para rodar en la ciudad, en el que el usuario podía ver de manera gráfica y resumida los diferentes capítulos de la guía del ciclista.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 7 Captura de pantalla de sugerencias.

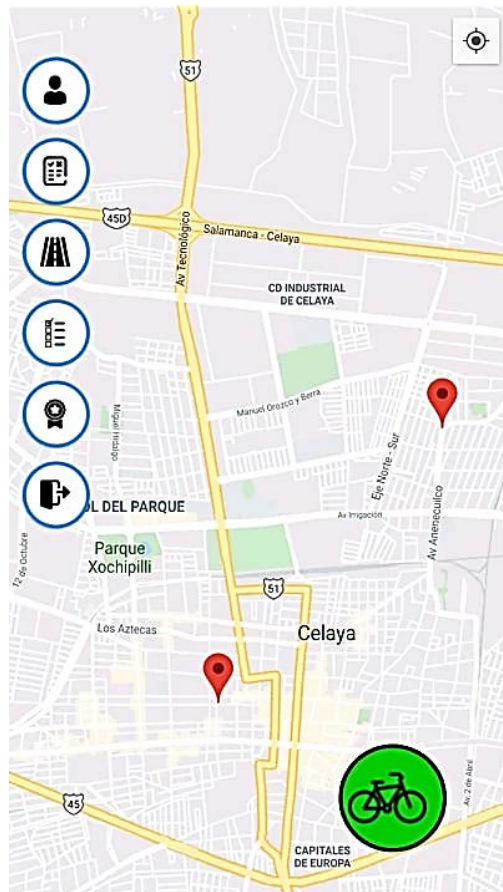
El usuario podía además observar los parámetros de sus viajes, tales como; kilómetros recorridos, calorías quemadas, velocidad promedio y los kilogramos de dióxido de carbono que no fueron emitidos al ambiente, lo cual es uno de los principales incentivos para los usuarios, de manera que pueden apreciar de una manera tangible el impacto ecológico que están produciendo, como se muestra en la figura 8.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8 Captura de pantalla del perfil.

En el mapa principal se podía observar la ubicación de los talleres de bicicleta aliados a la aplicación, esto le permitía al usuario, en caso de necesitar reparar su bicicleta pudiera localizar fácilmente a dónde podría acudir, como se muestra en la figura 9.

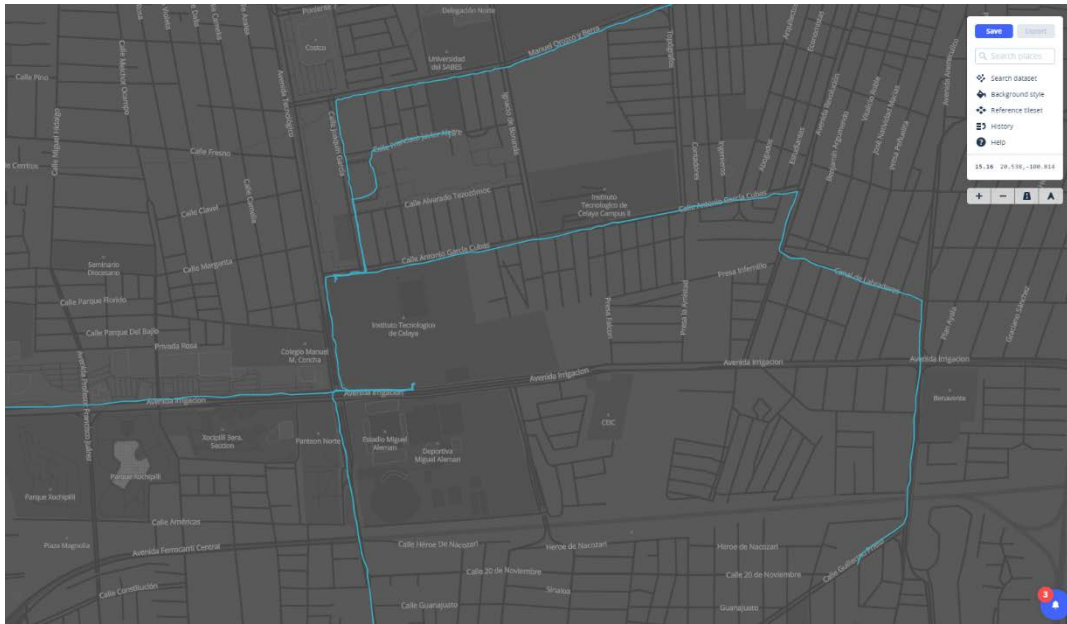


Fuente: Elaboración propia.

Figura 9 Mapa principal con las ubicaciones de los talleres.

Además, las coordenadas almacenadas de los usuarios fueron georreferenciadas en una plataforma, como el presentado en la figura 10, para que posteriormente permitan su análisis para la elaboración de los mapas de calor, a partir de los cuales podrán tomarse decisiones sobre la inversión en infraestructura ciclista.

Cabe señalar que este proyecto fue presentado en el Encuentro Nacional Estudiantil de Innovación Tecnológica (ENEIT), en el evento del año 2019, obteniendo el primer lugar en la fase local dentro de la categoría de software.



*Fuente: Elaboración propia.*

Figura 10 Coordenadas de los usuarios georreferenciadas unidas con polilíneas.

#### 4. Discusión

Celaya es una ciudad que está en constante crecimiento, lo que implica tomar medidas más drásticas para evitar el aumento de la contaminación y contrarrestar los daños que ya se han generado. Se tiene todo el potencial de generar un nuevo estilo de vida que incluya el uso de la bicicleta como el principal medio de transporte, y el primer paso es motivar a los ciudadanos. El proyecto BAIQ es una forma novedosa de hacerlo, ya que le muestra diferentes parámetros donde el usuario puede notar el beneficio que genera sobre el medio ambiente y sobre la salud de este mismo. Sin olvidar que el sistema de recompensas también motivará más al ciclista recorrer distancias más largas o más tiempo con la finalidad de obtener algo a cambio, se puede decir que es premiar todo el esfuerzo que estén haciendo. Con los mapas de calor, se podrá analizar la realidad de todas las rutas más transitadas, desde las ciclovías que ya están establecidas como las rutas alternas y menos concurridas; con esto se lograría el mejor uso y aprovechamiento de capital designado a este sector, pues se sabría que se necesita para cumplir con las necesidades del ciclista urbano. La seguridad de los ciclistas no sólo se logra con el uso de las ciclovías, sino que también es necesario que conozcan con sus

derechos y obligaciones, como lo es el usar casco y luces en las bicicletas, fomentando el cumplimiento de estas mediante notas y cuestionarios en la aplicación, siendo este uno de los objetivos de la creación de la aplicación.

BAIQ, tiene todo para ser una aplicación con un futuro prometedor, abarca varios aspectos que se necesitan para generar un cambio que es de interés público, pero no siempre hay el medio de lograrlo.

## **5. Bibliografía y Referencias**

- [1] Air Quality Life Index [AQLI]. (2019). Pollution facts: <https://aqli.epic.uchicago.edu/pollution-facts/>
- [2] Ferrer, I. (2019). Holanda ya no sabe dónde meter tanta bici: ahora construye gigantescos aparcamientos subterráneos. *El País*.
- [3] Moreno, M. A. (2010). Filosofía Lean aplicada a la Ingeniería del Software. España: Universidad de Sevilla: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/70201/fichero/02++Ingenieria+del+Software.pdf>.
- [4] Pan American Health Organization [PAHO]. (2017). Ambient air pollution: [https://www.paho.org/hq/index.php?option=com\\_content&view=article&id=12918:ambient-air-pollution&Itemid=72243&lang=en](https://www.paho.org/hq/index.php?option=com_content&view=article&id=12918:ambient-air-pollution&Itemid=72243&lang=en)
- [5] Secretaría de Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial [SMAOT]. (2019). Históricos Celaya: <https://smaot.guanajuato.gob.mx/sitio/seica/historicos/celaya>.